

In US 2003/0080836 A1, the interval between vias is less than $1/4$ of wavelength of a signal of the transmission line.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-133801

(P2003-133801A)

(43)公開日 平成15年5月9日(2003.5.9)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-リ-ド(参考)
H 0 1 P 1/00		H 0 1 P 1/00	Z 5 E 3 4 6
H 0 1 L 23/12	3 0 1	H 0 1 L 23/12	3 0 1 Z 5 J 0 1 1
H 0 4 B 1/38		H 0 4 B 1/38	5 K 0 1 1
H 0 5 K 3/46		H 0 5 K 3/46	H
			N
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-327225(P2001-327225)

(22)出願日 平成13年10月25日(2001.10.25)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 永石 英幸

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 近藤 博司

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高周波回路モジュール

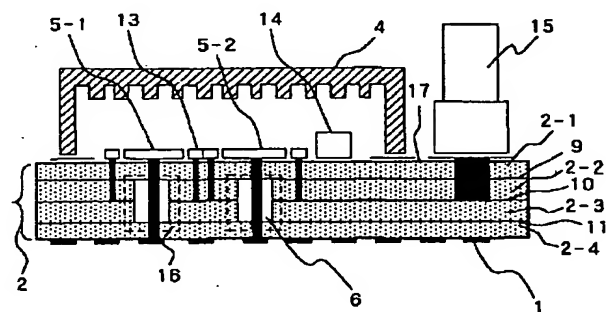
(57)【要約】

【課題】ミリ波用伝送線路での放射損失、通過損失、伝送損失を低減する高周波回路モジュールを実現する。

【解決手段】金属層が、マイクロストリップ線路配線層17と、DC/IF信号線層10、DC/IF信号線10の上下に配置するシールド用接地金属層9、11として利用する硬質多層基板を用い、周期構造のスルービアを用いた伝送路や同軸構造のスルービア16を用いて接地導体9、11間を平行に伝搬する電磁波を封じ込み、ミリ波RF回路5とアンテナ1を低損失の接続線路を実現する。更に、MMICや単層コンデンサ、チップ部品、コネクタは硬質多層基板片面にリフロー実装で組みたる。

【効果】基板内層にDC/IF信号用金属層を接地用金属層でシールドするので、ミリ波信号のDC/IF信号へのクロストーク緩和と、モジュール面積縮小による機械的応力破壊耐性が向上する。小型薄型で、低コストの車載レーダモジュールを実現できる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】多層誘電体基板の両面にRF回路部品が搭載され、上記両面のRF回路部品間の結合伝送線路が上記多層誘電体基板の垂直方向に設けられた周期構造を含むビアホール群又は同軸構造のビアホールで構成されたことを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項2】上記周期構造を含むビアホール群は中心導体の周囲に複数のビアホールの相互間隔が上記結合部伝送信号の波長の $1/4$ 以下で分布して構成されたことを特徴とする請求項1記載の高周波回路モジュール。

【請求項3】上記同軸構造のビアホールは中心導体と、上記中心導体を囲み、上記多層誘電体基板内に介在する接地導体層間に接続された円筒導体で形成されたことを特徴とする請求項1記載の高周波回路モジュール。

【請求項4】上記多層誘電体基板の一方の面に設けられた高周波回路部はアンテナであることを特徴とする請求項1、2又は3記載の高周波回路モジュール。

【請求項5】上記多層誘電体基板は、3個以上の誘電体基板層からなり、第1層の表面金属層のパターンと、第1層と第2層間の金属層とでミリ波回路部のマイクロストリップ線路の伝送線路が形成され、前記誘電体基板の他の中間層に形成された金属層に上記ミリ波回路部で発生した中間周波信号を接続する伝送線路を有することを特徴とする請求項1ないし4の一つに記載の高周波回路モジュール。

【請求項6】請求項5記載の高周波回路モジュールであって、上記多層誘電体基板の第1層と反対側の最終層は、上記多層誘電体基板の複数の他の誘電体基板より大きい面積の両面2層誘電体基板で、その一面にアンテナパターンの金属層が形成され、上記最終層の他面で、上記他の誘電体基板が積層されていない部分にサポートプレートが形成されたことを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項7】上記多層誘電体基板は、ミリ波回路用伝送線路である表層金属層で作製したマイクロストリップ線路の対向電極として用いる接地用金属層の下位層に一層の接地用金属層が設けられ、上記接地用金属層の間に、表層のミリ波信号のクロストークを避け中間周波信号伝送用金属層及びミリ波回路電源供給線路用金属層が設けられたことを特徴とする請求項1乃至6の何れか1つに記載の高周波回路モジュール。

【請求項8】上記多層誘電体基板が、中間周波信号や高周波回路電力を上記接地用金属層の中間に配置され、前記多層誘電体基板の上記気密封止用蓋とのシーリング部を跨がないように構成されたことを特徴とする請求項5乃至7の何れか1つに記載の高周波回路モジュール。

【請求項9】請求項8記載の高周波回路モジュールであって、上記複数の他の誘電体基板はガラスセラミック又はアルミナセラミックを用いた多層基板であり、上記両面2層誘電体基板は誘電率が上記複数の他の誘電体基板

の誘電率より低いテフロン（登録商標）材を用いた両面2層基板であり、上記サポートプレートは金属板、放熱効率を上げるための穴開き金属板、硬質有機基板、穴開き硬質有機基板、熱伝導率を上げるための金属メッキ処理をした穴開き硬質有機基板の何れかであることを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項10】上記両面の高周波回路部品の一方がアンテナであり、上記両面の高周波回路部品の他方が発振回路と、上記発振回路の出力の一部を電力増幅して上記結合伝送線路を介して上記アンテナに供給する電力増幅器と、上記アンテナからの受信信号を上記結合伝送線路介して入力された信号と上記発振回路の出力とを混合し中間周波信号を得て受信処理する受信回路を有する請求項1ないし9の何れか1つに記載の高周波回路モジュールを用いたことを特徴する車載レーダモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波回路モジュール、更に詳しく言えば、多層誘電体基板の上面及び下面にそれぞれモノリシックマイクロ波集積回路（以下MMICと略称）等の高周波回路部あるいはアンテナが設けられた高周波回路モジュールに係り、特に、ミリ波を使用する車載レーダモジュールに適した高周波回路モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】「自動車」による交通事故や交通渋滞、排ガス・騒音等の環境問題、石油エネルギーの大量消費による資源問題等の対策とした交通のインテリジェント化（高度道路情報システム：Intelligent Transport System：ITS）の最要有効な装置として、ミリ波レーダが開発されている。より多くの車両にミリ波レーダを装備するためには、ミリ波レーダの小型薄型による車両搭載レイアウトの自由度向上と、信頼性と低コストを兼ね備えた車載レーダモジュールの実現が望まれている。

【0003】上記車載レーダに適した高周波回路モジュールとして、金属層を介在させた多層誘電体基板の表及び裏面にそれぞれアンテナ及びMMICが設けられた高周波回路モジュールが知られている。

【0004】例えば、図8（従来例1）に示すように、複数の金属層30～33を介在させたセラミック多層基板38の表面及び裏面にそれぞれアンテナ28及びMMIC29が設けられ、アンテナ28とMMIC29間の高周波伝送路にはマイクロストリップ線路34、35や電磁結合スロット36、47を用いる。この種の電磁結合スロットを用いた技術を開示したものとして、公開特許公報、特開平9-237867号及び特開平8-250913号がある。この実装例では、伝送線路長を最短にするため直上に同構造のスロットを形成すると、スロット間に $\lambda/2$ 前後のマイクロストリップ線路が残り共振器として働く。しかしながらそのストリップ線路上下に電磁結合

スロットを設けると、上下のスロット金属層間で電位差が生じる。このためスロット金属層間を平行に伝播する電磁波が生じて、この電磁波のエネルギー分が損失となり、低損失の伝送路を実現することが難しい。従って、電磁結合スロット間の距離を $\lambda/2$ 以上に空けることによって、それぞれのスロット間干渉を防ぎ、伝送路での損失を最低限に抑えている。このような構造のため、電磁結合スロットを用いた実装方法は、スロット部に長さ 2λ 以上の実装面積を必要とし、スロット結合部の伝送モードと干渉しないよう上下の電子部品の配置を配慮しなければならない。

【0005】また、図10(従来例2)に示すように、複数の導体層30～33、39をもつ多層誘電体基板38の内部の導体層31と33間の接続を、 $(R \cdot r) / (2 \cdot h) \leq L \leq (5 \cdot R \cdot r) / h$ (ここで R 、 r 、 L は図(c)に示すサイズ、 h は導体層31と33間の距離)の条件を満たすビアホールで構成した技術が知られている。この条件を満たすビアホールで形成した多層基板の導体層間接続は、伝送する信号がミリ波帯の場合には、ビアホールを介する接地層が1層の場合のみ低損失の接続法として用いることが可能である。しかし、複数層の接地層間を伝搬する電磁波の発生を抑えることはできないため、ミリ波帯での低損失の導体間接続法になり得ない。

【0006】更にまた、誘電体多層基板を用いないものとして、図11(従来例3)に示すように、金属のベースプレート42の表裏にMMIC43とアンテナ44を設け、それらの接続にベースプレート42に作り込んだ同軸構造45を用いるものがある。本構造はMMIC43を含むRF回路基板とアンテナを同軸構造で接続するため、薄型、小型なミリ波レーダを比較的容易に作製することができる。尚、同図において、46、47、48、49、50及び51葉夫々回路基板、絶縁物、外部端子、絶縁物、ボンディングワイヤ及び送受信回路カバーを示す。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、従来例は、製造の容易性、製造コスト、回路特性上問題がある。特に車輛用ミリ波レーダに使用するには、ミリ波レーダは車両内室外部に搭載する機器であり、温度湿度振動等の使用環境が厳しいため、一般的にRF回路は外気と遮断するハーメテック構造を用いる。ミリ波帯での伝送路通過損失はマイクロ波帯に比べ格段に大きいため極力伝送線路長を短く設計すべきであり、RF回路部をアンテナと基板同一面に実装することによって線路長を短縮することは可能であるが、RF回路部の有限な大きさとハーメテック構造により同一面に実装することは困難である。

【0008】ミリ波レーダのRF回路部とアンテナ間も極力接して実装するには、実装基板両面それぞれにRF回路部とアンテナを重ねるよう実装し、伝送線路長が最小になるようRF回路部の発振器や増幅器を配置すべきであ

る。しかしながら、ミリ波帯の実装基板は伝送路放射損を抑えるために誘電体厚み0.2mm以下の薄い基板を使用するため、ミリ波レーダには図11に示すように機械的強度を保証するためのベースプレート44を必要とした。よって組立加工コストが高価になる構造を取らざるを得なかった。

【0009】RF回路面はミリ波伝送路の特性保証のため一般に両面2層基板を使用することが多く、ミリ波信号用伝送路と電源供給用配線及び低周波信号用伝送路が同一面に作製することになる。高周波、低周波信号用伝送路と電源用配線は互いに交差できないため、ボンディングワイヤ等の空中配線が必要となり、周波数が高い信号ほど放射しやすく他の線路にクロストークとして結合するため、ミリ波レーダの不安定要因となる。また、2層基板ではRF回路のレイアウト設計の自由度が制限されるため、コスト高なRF回路部の基板面積縮小によるコスト低減に限界があった。

【0010】従って、本発明の目的は、ミリ波・マイクロ波用MMIC及び平面アンテナ等の高周波回路部品を多層誘電体基に実装し、電磁波のエネルギー分が損失を少なくしかつ低コストで実現できる高周波回路モジュールを実現すること、更に、車両への搭載デザイン自由度の高い小型軽量薄型の車載レーダモジュールを提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の高周波回路(以下RF回路と略称)モジュールは、硬質多層誘電体基板の両面にRF回路部品が搭載されたRF回路モジュールにおいて、上記両面の設けられたRF回路部品の結合伝送線路が、上記多層誘電体基板に垂直で、周期構造を含むビアホール群又は同軸構造のビアホールによって構成される。

【0012】ここで、周期構造を含むビアホール群は、中心胴体の周囲に複数のビアホールの相互間隔が一定以下の間隔で周期的に分布したビアホール群で構成される。特に、複数のビアホールの相互間隔が上記結合部伝送信号の波長の $1/4$ 以下で分布して構成される。また、同軸構造のビアホールとは中心導体との周りに、上記硬質多層誘電体基板内に形成される複数の接地層間に結合される円筒導体を配して同軸伝送線路を構成する。

【0013】本発明の好ましい実施形態では、ミリ波を用いた車載用レーダモジュールのRF回路部において、上記硬質多層誘電体基板の一面のRF回路部品が発振器などのMMICであり、他方の面のRF回路部品がアンテナである場合であるが、本発明は車載用レーダモジュールに限らず、硬質多層誘電体基板の両面にRF回路部品が搭載されたマイクロ波、ミリ波のRF回路装置にも適用できる。

【0014】

【発明の実施の形態】図1は、本発明によるRF回路モ

ジュールの一実施例の構成を示す側断面図である。本実施例は、後述するように、ミリ波を使用した車載レーダに使用される。

【0015】本実施例の硬質多層誘電体基板2は、4層の硬質誘電体層2-1、2-2、2-3及び2-4と、層2-1上面及び各層に、金属層9、10及び11が形成され、上面層に形成される金属パターン17、硬質誘電体層2-1及び金属層9でマイクロストリップ線路等の伝送線路が形成される。金属層10は電源配線用線路と低周波信号用伝送路を構成し、金属層11は接地金属層として利用する。硬質誘電体層2-1の表層にはMMIC等のRF回路部品5が実装される。誘電体層2-4の外層(裏面)1にはRF回路部品の1つであるアンテナを形成する金属パターン1が形成されている。

【0016】RF回路部品5と金属パターン1は、多層誘電体基板2の平面に垂直方向のミリ波伝送路16が結合伝送線路として形成される。ミリ波伝送路16は後で述べる周期構造のスルーピアを用いた伝送路や同軸構造のスルーピアで構成され、アンテナの金属パターン1とRF回路部品5間でミリ波信号を伝送する。アンテナの金属パターン1はRF回路モジュール裏面のミリ波伝送ビアの形状に合わせて加工される。

【0017】多層誘電体基板2の上面には、複数のMMIC5-1、5-2の他に単層コンデンサ13、チップ部品14、マイクロストリップ線を構成する金属パターン等のRF回路部品が実装され、これらのRF回路部品を気密封止用蓋4によって気密封止してRF回路モジュールを構成する。気密封止用蓋4の外側で多層誘電体基板2の上面には入出力用コネクタ15が設けられている。

【0018】気密封止用蓋4は、金属や表面金属メッキした絶縁体を用い、ミリ波MMIC5などから構成されるミリ波RF回路の温度環境や湿度環境による劣化を抑えるため、硬質多層誘電体基板2と共晶ハンダ等でシーリングされて気密封止されている。また、より高周波な電磁波ほど空中に放射されやすいため、特にミリ波RF回路内のクロストークを避ける目的で電磁波吸収量が10dB以上の電波吸収体や、突起周期 $\lambda/2$ の突起構造を気密封止用蓋内面上部に設けている。

【0019】ミリ波MMIC5は硬質多層誘電体基板2の表面にベアチップ又はフリップチップ接続される。ベアチップ実装の場合には回路面が表層にあるため、電気信号の伝送線路にワイヤボンディングを用いることもできる。

【0020】図2は、図1の多層誘電体基板2の面に垂直方向に形成されたミリ波伝送線路(以下、垂直伝送線路とも略称)16部の一実施形態の構成を説明のための図である。図(a)及び(b)は、それぞれ垂直伝送線路16部の斜視図及び部分断面図である。簡単のため、各層は正方形で示しているが横に広がりをもつ。最上層17には、表層金属層で作製する金属パターン17-1が形成

され、MMIC(図示せず)と接続する。金属パターン17-1は対向電極である接地用金属層9とその間の誘電体基板2-1と共にマイクロストリップ伝送線路が形成される。

【0021】金属層10はDC(直流)/IF(中間周波)信号線が配線されるで金属パターンであり、金属層11はDC/IF信号線シールドする金属パターンである。円筒状金属18は接地用金属層9及び10を互いに接続する筒状の金属パターンである。円筒状金属パターン18は、中心の中心導体19と共に同軸構造のピアホールを構成する。

【0022】この同軸構造の作成は多層誘電体基板2を焼結後、金属層11の裏面方向からレーザ光線を照射し、金属層9まで穴をあける。その後、部分埋め込み蒸着により形成する。中心導体となるピアホール19と表層のランドパターン18は金属層9乃至11のランドパターンより大きく、金属パターン9及び11のランド逃げパターンは波長の1/4以下で設計し、金属層パターン10のランド逃げは、同軸構造の特性インピーダンスが表層の伝送線路17-1の特性インピーダンスと同程度の場合の外径サイズで設計することにより、良好な伝送損失が得られる同軸構造のピアホールが実現できる。

【0023】図3はミリ波垂直伝送線路16部の他の実施形態の構成説明のための図である。図(a)、(b)及び(c)はそれぞれ垂直伝送線路16部の斜視図、一層の平面図及び(a)の断面図を示す。最上層17には、表層金属層で作製する金属パターン17-1が形成され、MMIC(図示せず)と接続する。最上層17、接地用金属層の金属パターン9、DC/IF信号線の配線される金属パターン10及び金属パターン11の機能は、図2の同じ番号で示す部分の機能と同じである。

【0024】20は接地用金属層9及び11を互いに接続するピアホール群である。ピアホール群20は相隣るピアホールの間隔が伝送信号の波長 λ の1/4以下の周期で配置される。ピアホール群20で、中心導体となるピアホール20cを囲うことにより、電磁波壁として働き、金属層9-10、10-11間を平行に伝搬する電磁波を封じ込める。よって図2の方向垂直伝送線路と同程度の良好な伝送損失が得られる。なお、図3の実施形態は、ピアホール20の群はピアホール20が正方形に分布した場合を示したが、図4(a)、(b)に示すように正四角形以上の多角形、あるいは円形状に分布させてもよい。

【0025】図5は、図1のRF回路モジュールで、気密封止用蓋4を取り除いた斜視図を示す。多層誘電体基板2上に、発振器のMMIC21、電力増幅器のMMIC22、受信器のMMIC23、24、入出力コネクタ15、気密封止用シーリングパターン25、ミリ波垂直伝送線路3-1、3-2、3-3、単層コンデンサ27、チップ部品26等のRF回路部品が実装されている。このRF回路

部品は、図6に示すミリ波レーダの送受信回路を構成する。ミリ波垂直伝送線路3-1、3-2、3-3は、図2又は図3で示した同軸線19又はビアホール群20で構成され、裏面のアンテナ(図示せず)に接続される。

【0026】図6は上記ミリ波レーダの送受信回路の構成を示すブロック図である。同図において、図5のRF回路部品との対応を容易にするため、各ブロックは図5のMMICと同じ番号を付している。22は電力増幅器MMIC、23、24は受信器MMIC、3-1、3-2、3-3はミリ波層方向垂直伝送線路である。発振器21によって生成されたミリ波信号は電力増幅器22と受信器23及び24に分配される。電力増幅器22で増幅された信号は後、送信アンテナへ送信されるべくミリ波層方向垂直伝送線路3-1へ出力される。垂直伝送線路3-2及び3-3からドップラシフトを受けたミリ波受信信号はそれぞれ受信器23及び24に加えられる。受信器23及び24では、入力されたミリ波信号と発振器21からの信号を局部信号として混合し、中間周波数信号を得る。

【0027】図5に戻り、MMIC21~24は、ペラチップ実装もしくはフリップチップ実装もしくはペースト材によるリフローにより実装する。多層誘電体基板2は片面表面実装であるため、コネクタや単層コンデンサ及びチップ部品を自動マウンタで搭載でき、かつ一括リフロー処理で実装できる。これは多層誘電体基板2の外形が小さくともフラットな面であることが重要である。MMICをダイボンド実装する場合はボンディングワイヤ配線後であるが、図5の状態ではRF回路部は動作することが可能であるため、機能試験を容易に実施可能であり、故障箇所がある場合には再度リフローにて容易に交換可能である。RF回路部機能試験後、気密封止用蓋を設けてハーメチック処理することで、ミリ波RF回路部の組立実装は終了するため、ミリ波レーダモジュールにおいても、シリコン半導体モジュールの実装法のように大幅な価格低減が可能となる。シーリングパターン25は気密封止用蓋4と共に共晶ハンダや銀ペースト等が容易に接着できるような金属メッキを行う。蓋4と接地用金属層25でミリ波RF回路を囲うことにより、ミリ波垂直伝送線路3を除いてミリ波信号は外部に漏れ出さない構造になっている。

【0028】上述のRF回路モジュールは、硬質多層誘電体基板2は金属層を5層設けることによって、すなわち、誘電体基板2-1上面の金属パターン17-1、内層にDC/IF信号用金属層10、その上下にDC/IF信号シールド対策接地用金属層9、11、裏面のアンテナよう金属パターン1を、一度に形成でき、部品コストと組立コストの低減を図ることが可能である。また、多層構造にすることにより、機械的応力モーメント耐性向上ができる。また、多層基板2の1層当りの誘電体厚みはその波長に較べ無視できない厚さの場合には、多層基板内を垂直に高周波信号を送送させると、多層基板の各金属層の電位が異なるため、金属層を通過するごとに金属層平面

と平行に移動する電磁波が生じるが、本実施例は、垂直伝送線路16によって、この横方向の電磁波を抑圧する同軸構造や周期構造の電磁波防壁18ができる。

【0029】本実施例によれば、中間周波数信号と、それぞれのMMICに供給する電力は、入出力端子パターンから外部と送受されるが、これら低周波の信号は全て接地用金属層9及び11によってシールドされた金属層10によって配線し、RF回路部と空間的に遮断されているため、金属層7で伝送されるミリ波信号がクロストークとして混信することはない。

【0030】多層基板の層別にRF回路用伝送線路とIF信号及び電力信号線路に分割することによって、それらの伝送線路が互いに交差することがなくなり、立体配線を行うためのボンディングワイヤを削減できる。よって、ミリ波伝送線路は不要な取り回しを行わずとも直線的に配線でき、かつRF回路全体の占有面積を縮小することが可能となる。従って、多層誘電体基板の全体サイズをより小さく設計することによる原価低減と、機械的応力モーメントによる破壊耐性向上による基板寿命が拡大される。

【0031】また、外部と送受しなければならない信号は金属層10及び全て入出力端子用パターンを介して接続されるため、シーリングパターン25を横切る電気配線はなく、気密封止用蓋4や多層誘電体基板の接触する部位の構造はシンプルな平らな面であることから、蓋4や多層基板の部品加工コスト上昇分は最小限に抑えることができ、かつ気密寿命も向上する。

【0032】図7は本発明による車載レーダモジュールの他の実施例の側断面図を示す。

【0033】同図において、ミリ波回路部5、硬質多層基板2、機密封止用蓋4、ミリ波伝送線路部6の構成は上述のRF回路モジュールの実施例の構成と実質的に同じである。平面アンテナ1の平面形状が、RF回路モジュール(硬質多層基板2)の面積に比べ大きいため、平面アンテナ基板1上で上記RF回路モジュールの外周部にアンテナの機械強度を保証するサポートプレート3が配置されている。更に、ミリ波MMIC5の発熱を効率よく硬質多層基板2に放熱するため、放熱をアンテナ1及びサポートプレート3を行うようにサーマルビアホール7が形成されている。

【0034】アンテナ1は、ミリ波帯伝送線路の放射損失を抑えるためにテフロン材などの比誘電率5以下の両面2層基板を用いる。硬質多層誘電体基板2は、捻れや反り返りなどの機械的応力に耐えられるよう一片の長さは5cm以下、厚みは0.5mm以上である。この多層基板の1層当り誘電体厚みは150μm以下のガラスセラミックやアルミナセラミック等のセラミック材を用いる。硬質多層誘電体基板2の表面にミリ波MMIC5を搭載し、硬質多層誘電体基板2の裏面には、ビアホールを用いたミリ波伝送線路16を介してアンテナ1とミリ波信

号を送受するため、アンテナ1を張りつける。

【0035】サポートプレート3は、アンテナ1と張り合わせることによってアンテナ1の機械的強度補強と硬質多層誘電体基板内の熱を放射する放熱板の効果を有する。特に、熱伝導率が重要な場合には金属板を用い、放熱効果を上げるためにハニカム構造の穴を設けて表面積を稼ぐと同時に、サポートプレートの軽量化を図ることもできる。またコスト低減のため、ハニカム構造とH断面を有する1mm以下の鋼板をプレス加工によって作るプレス材でも利用可能である。また、硬質プラスチック材や電子基板によく利用されるガラエポ基板などの有機基板でサポートプレートを作製した場合、サポートプレート上に電子回路を搭載し、硬質多層誘電体基板から得られるIF信号の処理回路や電源回路を形成することが可能である。

【0036】本実施例の本車載レーダモジュールは、アンテナ1にRF回路モジュール2を位置合わせして、搭載し、その後、RF回路モジュールを囲うようサポートプレート3を張り合わせる構造である。硬質多層基板2を用いることにより、RF回路モジュールの機械的強度を向上し、サポートプレート3を付加することによりアンテナ1の機械的強度を維持する構造である。RF回路モジュールは、ミリ波用高周波信号用伝送路を表面に、電源配線用線路と低周波信号用伝送路を接地層の中間層に配置することにより、ミリ波信号のクロストークを低減すると共に、線路の多層配線が可能となるために配線レイアウト設計の自由度が増して占有面積を縮小し、より小型安価なRF回路モジュールが作製できる。ミリ波レーダのミリ波信号は周期構造のスルーピアを用いた伝送路や同軸構造のスルーピアを介してRF回路モジュール2裏面へ、電源配線用線路と低周波信号用伝送路を接地層の中間層を介して、再度RF回路モジュール2の表面に配線するため、ハーメテック構造を行う蓋4は信号線路を跨ぐことはなく、安全に気密封じを行うことができる。

【0037】図8は本発明による車載レーダモジュールの更に他の実施例の側断面図を示す。本実施例は、図7に示した実施例のサポートプレート3の上面(アンテナ導体パターン1と反対側)にRF回路モジュール以外の信号所処理回路(ベースバンド信号処理回路)の部品を付加して実装したものである。上記ベースバンド信号処理回路の構成は従来知られているものであり、図9に示すように、RF回路モジュール4からのIF信号を処理するアナログ回路A、アナログ回路Aの出力をデジタル信号に変換するA/D変換回路C、A/D変換回路の出力を処理したり、RF回路に制御信号を与えるデジタル回路D、デジタル回路Dとデータを授受する記録回路R、記録回路Rを制御する入出力端子15、上記各部に電源を供給する電源回路Vを含む。図8では、図9の各回路部に対応する回路部品に対応する図8の部品と同じ符号を付している。なお、サポートプレート3の上面は更に上

記各部品間の結合線路が形成されるが、図面の簡明のために省略している。

【0038】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、硬質多層誘電体基板内に伝送損失の小さいミリ波層方向垂直伝送線路を設け、基板内層にDC/IF信号用金属層を接地用金属層でシールドする多層構成にすることにより、ミリ波信号のDC/IF信号へのクロストークが緩和され、さらにRF回路の多層配線によるRF回路占有面積縮小が可能となり、多層基板の機械的応力モーメントによる歪破壊耐性が向上する。さらに多層積層誘電体基板表面が平坦で、組立加工が片面リフロー実装によって容易に行えることから、小型薄型で、低コストの経済的なRF回路モジュールが実現できる。特に、経済性、体振動性に優れ、かつ高性能が要求される車載レーダモジュールの実現に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるRF回路モジュールの第1の実施形態を示す側断面図である。

【図2】多層誘電体基板内ミリ波層方向垂直伝送線路の第1の実施の形態を説明する図である。

【図3】多層誘電体基板内ミリ波層方向垂直伝送線路の第2の実施の形態を説明する図である。

【図4】多層誘電体基板内ミリ波層方向垂直伝送線路の第3の実施の形態を説明する図である。

【図5】本発明による車載レーダモジュールの一実施例の斜視図である。

【図6】ミリ波レーダの送受信回路の構成を示すブロック図である。

【図7】本発明による車載レーダモジュールの他の実施例の側断面図である。

【図8】本発明による車載レーダモジュールの他の実施例の斜視図である。

【図9】図8のレーダモジュールの回路構成を示すブロック図である。

【図10】従来(1)の高周波パッケージの断面図である。

【図11】従来(2)の高周波パッケージの構成図である。

【図12】従来(3)の高周波送受信装置の断面図である。

【符号の説明】

1：アンテナ、 2：硬質多層誘電体基板、 3：サポートプレート、 4：気密封止用蓋、 5：MMIC、 6：層方向垂直伝送線路、 7：サーマルピア、 9：ミリ波RF回路伝送線路対向電極用接地金属層、 10：DC/IF信号線路用金属層、 11：DC/IF信号線路シールド用金属層

13：単層コンデンサ、 14：チップ部品、 15：コネクタ、 17：ミリ波RF回路伝送線路用金属層、 1

11

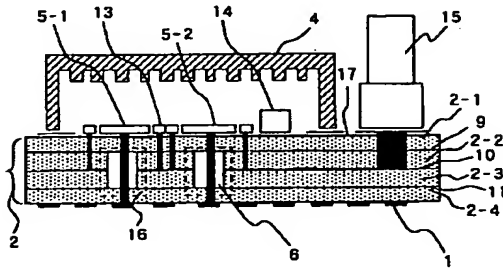
8: 垂直伝送路用同軸導体の外導体

20: 周期構造のビアホール群、 21: 発振器、 2

2: 電力増幅器、 23、 24: 受信器、 25: 気密封

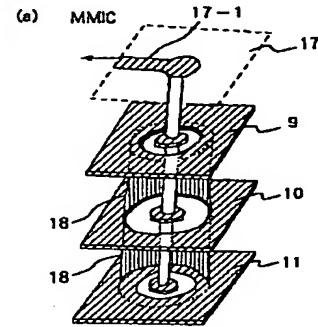
【図1】

図 1



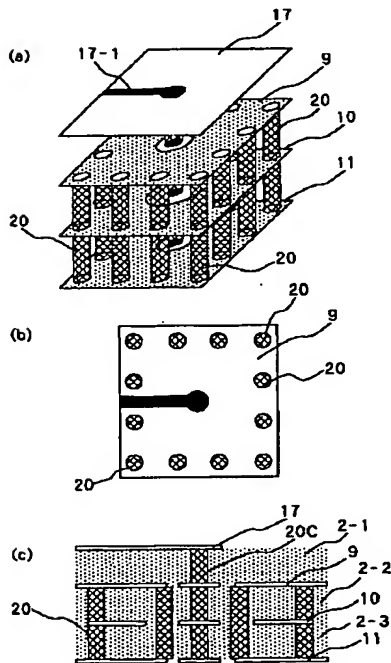
【図2】

図 2



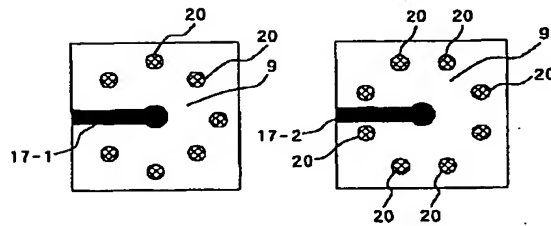
【図3】

図 3



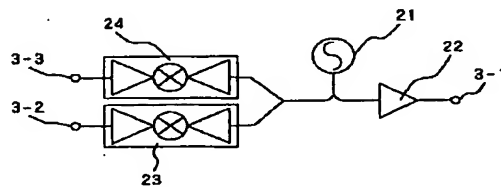
【図4】

図 4



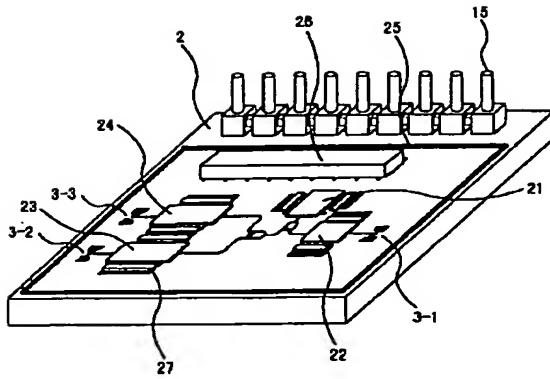
【図6】

図 6



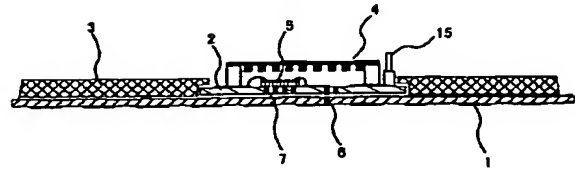
【図5】

図 5



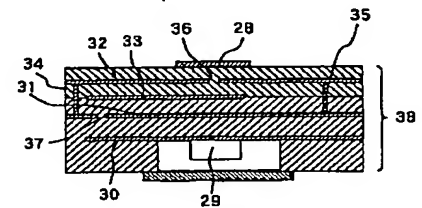
【図7】

図 7



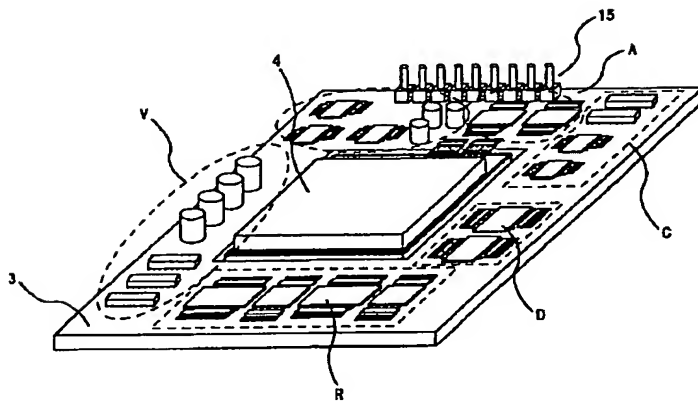
【図10】

図 10



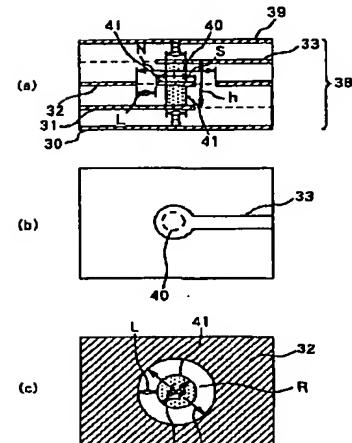
【図8】

図 8



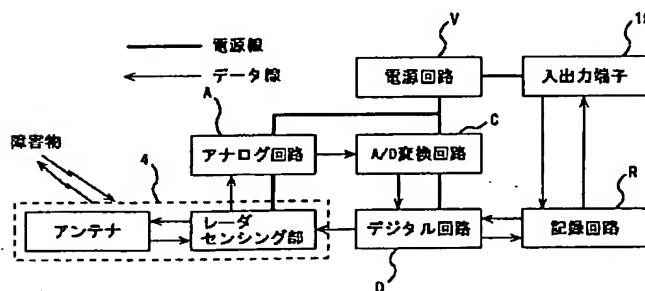
【図11】

図 11



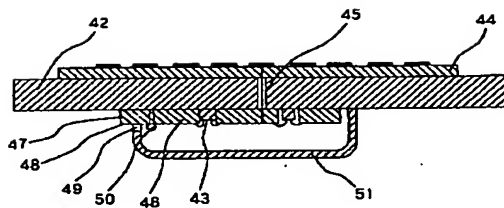
【図9】

図 9



【図12】

図 12



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H 0 5 K 3/46

識別記号

F I

H 0 5 K 3/46

テームコード (参考)

Q
U

F ターム (参考) 5E346 AA13 AA15 AA43 BB02 BB04
BB07 BB11 CC08 CC17 CC18
FF01 GG15 HH04 HH22 HH24
5J011 CA12 CA22
5K011 AA04 AA06 AA15 AA16 DA02
DA12 JA01 KA18

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第3区分
 【発行日】平成17年4月28日(2005.4.28)

【公開番号】特開2003-133801(P2003-133801A)
 【公開日】平成15年5月9日(2003.5.9)
 【出願番号】特願2001-327225(P2001-327225)
 【国際特許分類第7版】

H 0 1 P 1/00
 H 0 1 L 23/12
 H 0 4 B 1/38
 H 0 5 K 3/46

【F I】

H 0 1 P	1/00	Z
H 0 1 L	23/12	3 0 1 Z
H 0 4 B	1/38	
H 0 5 K	3/46	H
H 0 5 K	3/46	N
H 0 5 K	3/46	Q
H 0 5 K	3/46	U

【手続補正書】
 【提出日】平成16年6月16日(2004.6.16)
 【手続補正1】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】特許請求の範囲
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項1】

多層誘電体基板の両面にRF回路部品が搭載され、上記両面のRF回路部品間を結合する結合伝送線路が上記多層誘電体基板及び上記多層誘電体基板内に組み込まれた複数の接地導体層の略垂直方向に設けられた周期構造を含むビアホール群又は同軸構造のビアホールで構成され、

上記周期構造を含むビアホール群は中心導体の周囲に、複数のビアホールの相互間隔が上記結合伝送線路を介して伝送される信号の波長の1/4以下で分布するように構成され、

上記ビアホール群の終端はマイクロストリップ伝送線路を形成する上記接地導体層に接続され、上記接地導体層は上記中心導体に接続された金属層ランドパターンと上記接地導体層とを含んで構成される伝送線路を介して伝送する高周波信号の波長の1/4より小さいランド逃げを有することを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項2】

複数の誘電体層を有し、上記複数の誘電体層のうちの第1層及び第2層の各々の片面にRF回路部品が搭載され、上記第1層と第2層との間には上記複数の誘電体層のうちの第3層を有する多層誘電体基板と、

上記第1層及び第2層に搭載された上記RF回路部品を上記多層誘電体基板の略垂直方向に接続する同軸構造のビアホールで構成される伝送線路とを具備して成り、

上記同軸構造のビアホールは、中心導体と、該中心導体を囲み、上記多層誘電体基板内に介在する接地導体層間に接続された円筒導体で形成され、上記多層誘電体基板内に組み込まれた複数の接地導体に接続され、

上記接地導体層は上記円筒導体の両側に接続され、上記中心導体に接続する金属ランド

パターン周囲にランド逃げを有しており、

上記ランド逃げは、上記中心導体に接続された上記金属ランドパターンと上記円筒導体の両側に接続された上記接地導体層とを含んで構成される上記伝送線を介して伝送される高周波信号の波長の $1/4$ より小さいことを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項3】

請求項2において、

上記多層誘電体基板の第2層の一方の面に設けられたRF回路部品はアンテナを含むことを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項4】

請求項2において、

上記多層誘電体基板の第1層と、

上記第1層の一方の面に設けられた表面金属層パターンと、

上記第1層と上記第3層との間の金属層とでミリ波回路部のマイクロストリップ線路の第1の伝送線路が形成され、

低周波信号及び電力の少なくとも一方を伝送する第2の伝送線路が上記多層誘電体基板内に設けられた他の金属層で構成されていることを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項5】

請求項3において、

上記複数の誘電体層は第4層を含み、

上記多層誘電体基板の上記第2層は、誘電率が上記第4の誘電率より低く、面積が上記第4層より大きい両面2層誘電体基板を含んで成り、

上記第2層のアンテナの設置されている面の反対側には、上記第4層が積層されていない部分にサポートプレートが形成されていることを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項6】

請求項4において

気密封止用蓋が高周波回路を保護するように上記多層誘電体基板の第1層の表面に形成されたシーリングパターン上に搭載されたことを特徴とする高周波回路モジュール。

【請求項7】

多層有電界基板と、

上記多層誘電体基板の第一の面に設けられた第一の高周波回路部品と、

上記第一の面とは反対側の第二の面に設けられた第二の高周波回路部品とを具備して成り、

上記第一の高周波回路部品はアンテナであり、

上記第二の高周波回路部品は

発振回路と、

上記発振回路の出力の一部を電力増幅し、上記第一の高周波回路部品と上記第二の高周波回路部品とを結合する結合伝送線を介して上記アンテナに供給する電力増幅器と、

上記アンテナから受信して、上記結合伝送線介して伝送された信号と上記発振回路の出力とを混合し受信処理する受信回路を含んで構成され、

上記結合伝送線は、中心導体と、上記多層誘電体基板の略垂直方向に形成された上記中心導体を囲むビアホール群ないし円筒導体とを含んで成る同軸構造の伝送線路であり、

上記同軸構造の伝送線路の終端はマイクロストリップ伝送線を形成する上記接地導体層に接続され、上記接地導体層は上記中心導体と上記マイクロストリップ伝送線を形成する上記接地導体層とを含んで構成される伝送線を介して伝送される高周波信号の波長の $1/4$ より小さいランド逃げを有することを特徴とする車載レーダモジュール。

【請求項8】

請求項7において、

上記ビアホール群は上記中心導体の周囲に、複数のビアホールの相互間隔が上記結合伝送線を介して伝送される信号の波長の $1/4$ 以下で分布するよう構成されていることを特徴とする車載レーダモジュール。

【請求項 9】

請求項 1 において、

上記多層誘電体基板の上記第 2 層の一方の面に搭載された RF 回路部品はアンテナを含むことを特徴とする高周波回路モジュール。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

【従来の技術】

「自動車」による交通事故や交通渋滞、排ガス・騒音等の環境問題、石油エネルギーの大量消費による資源問題等の対策とした交通のインテリジェント化（高度道路情報システム：Intelligent Transport System：ITS）の最も有効な装置として、ミリ波レーダが開発されている。より多くの車両にミリ波レーダを装備するためには、ミリ波レーダの小型薄型による車両搭載レイアウトの自由度向上と、信頼性と低コストを兼ね備えた車載レーダモジュールの実現が望まれている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0004】

例えば、図 10（従来例 1）に示すように、複数の金属層 30～33 を介在させたセラミック多層基板 38 の表面及び裏面にそれぞれアンテナ 28 及び MMIC 29 が設けられ、アンテナ 28 と MMIC 29 間の高周波伝送路にはマイクロストリップ線路 34、35 や電磁結合スロット 36、37 を用いる。この種の電磁結合スロットを用いた技術を開示したものとして、公開特許公報、特開平 9-237867 号及び特開平 8-250913 号がある。この実装例では、伝送線路長を最短にするため直上に同構造のスロットを形成すると、スロット間に $\lambda/2$ 前後のマイクロストリップ線路が残る共振器として働く。しかしながらそのストリップ線路上下に電磁結合スロットを設けると、上下のスロット金属層間で電位差が生じる。このためスロット金属層間を平行に伝播する電磁波が生じて、この電磁波のエネルギー分が損失となり、低損失の伝送路を実現することが難しい。従って、電磁結合スロット間の距離を $\lambda/2$ 以上に空けることによって、それぞれのスロット間干渉を防ぎ、伝送路での損失を最低限に抑えている。このような構造のため、電磁結合スロットを用いた実装方法は、スロット部に長さ 2λ 以上の実装面積を必要とし、スロット結合部の伝送モードと干渉しないよう上下の電子部品の配置を配慮しなければならない。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

また、図 11（従来例 2）に示すように、複数の導体層 30～33、39 をもつ多層誘電体基板 38 の内部の導体層 31 と 33 間の接続を、 $(R \cdot r) / (2 \cdot h) \leq L \leq (5 \cdot R \cdot r) / h$ （ここで R 、 r 、 L は図（c）に示すサイズ、 h は導体層 31 と 33 間の距離）の条件を満たすビアホールで構成した技術が知られている。この条件を満たすビアホールで形成した多層基板の導体層間接続は、伝送する信号がミリ波帯の場合には、ビアホールを介する接地層が 1 層の場合のみ低損失の接続法として用いることが可能である。しかし、複数層の接地層間を伝搬する電磁波の発生を抑えることはできないため、ミリ波帯での低損失の導

体間接続法になり得ない。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

更にまた、誘電体多層基板を用いないものとして、図12(従来例3)に示すように、金属のベースプレート42の表裏にMMIC43とアンテナ44を設け、それらの接続にベースプレート42に作り込んだ同軸構造45を用いるものがある。本構造はMMIC43を含むRF回路基板とアンテナを同軸構造で接続するため、薄型、小型なミリ波レーダを比較的容易に作製することができる。尚、同図において、46、47、48、49、50及び51は夫々回路基板、絶縁物、外部端子、絶縁物、ボンディングワイヤ及び送受信回路カバーを示す。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

ミリ波レーダのRF回路部とアンテナ間も極力接して実装するには、実装基板両面それぞれにRF回路部とアンテナを重ねるよう実装し、伝送線路長が最小になるようRF回路部の発振器や増幅器を配置すべきである。しかしながら、ミリ波帯の実装基板は伝送路放射損を抑えるために誘電体厚み0.2mm以下の薄い基板を使用するため、ミリ波レーダには図11に示すように機械的強度を保証するためのベースプレート42を必要とした。よって組立加工コストが高価になる構造を取らざるを得なかった。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

ここで、周期構造を含むビアホール群は、中心導体の周囲に複数のビアホールの相互間隔が一定以下の間隔で周期的に分布したビアホール群で構成される。特に、複数のビアホールの相互間隔が上記結合部伝送信号の波長の1/4以下で分布して構成される。また、同軸構造のビアホールとは中心導体との周りに、上記硬質多層誘電体基板内に形成される複数の接地層間に結合される円筒導体を配して同軸伝送線路を構成する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

金属層10はDC(直流)/IF(中間周波)信号線が配線される金属パターンであり、金属層11はDC/IF信号線ジールドする金属パターンである。円筒状金属18は接地用金属層9及び10を互いに接続する筒状の金属パターンである。円筒状金属パターン18は、中心の中心導体19と共に同軸構造のビアホールを構成する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

本実施例によれば、中間周波数信号と、それぞれのMMICに供給する電力は、入出力端子パターンから外部と送受されるが、これら低周波の信号は全て接地用金属層9及び11によってシールドされた金属層10によって配線し、RF回路部と空間的に遮断されているため、金属層17で伝送されるミリ波信号がクロストークとして混信することはない。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

図8は本発明による車載レーダモジュールの更に他の実施例の側断面図を示す。本実施例は、図7に示した実施例のサポートプレート3の上面(アンテナ導体パターン1と反対側)にRF回路モジュール以外の信号処理回路(ベースバンド信号処理回路)の部品を付加して実装したものである。上記ベースバンド信号処理回路の構成は従来知られているものであり、図9に示すように、RF回路モジュール4からのIF信号を処理するアナログ回路A、アナログ回路Aの出力をデジタル信号に変換するA/D変換回路C、A/D変換回路の出力を処理したり、RF回路に制御信号を与えるデジタル回路D、デジタル回路Dとデータを授受する記録回路R、記録回路Rを制御する入出力端子15、上記各部に電源を供給する電源回路Vを含む。図8では、図9の各回路部に対応する回路部品に対応する図8の部品と同じ符号を付している。なお、サポートプレート3の上面は更に上記各部品間の結合線路が形成されるが、図面の簡明のために省略している。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、硬質多層誘電体基板内に伝送損失の小さいミリ波層方向垂直伝送線路を設け、基板内層にDC/IF信号用金属層を接地用金属層でシールドする多層構成にすることにより、ミリ波信号のDC/IF信号へのクロストークが緩和され、さらにRF回路の多層配線によるRF回路占有面積縮小が可能となり、多層基板の機械的応力モーメントによる歪破壊耐性が向上する。さらに多層積層誘電体基板表面が平坦で、組立加工が片面リフロー実装によって容易に行えることから、小型薄型で、低コストの経済的なRF回路モジュールが実現できる。特に、経済性、耐振動性に優れ、かつ高性能が要求される車載レーダモジュールの実現に有効である。